

**Аннотация рабочей программы дисциплины «Вариационные методы в задачах проектирования ракетно-космической техники»
для специальности подготовки 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов
специализация «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов»**

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель изучения дисциплины: приобретения теоретических и практических знаний, навыков и умений использования методов теории вариационного исчисления и оптимального управления.

Задачи Основные задачи курса на основе системного подхода:

- дать знания, выработать навыки и развить умения в области вариационного исчисления и оптимального управления.
- научить решать аналитически и численно экстремальные задачи;
- строить математические экстремальные модели классического и современного типа;
- научить применять численные методы для решения задач с использованием современных ЭВМ и прикладных программ и различных языков программирования;
- овладение моделями оптимального управления в различных областях науки, техники,

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины, и индикаторы их достижения

Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Категория (группа общепрофессиональных компетенций)	Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
Теоретические и практические основы профессиональной деятельности	ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ИД-1 _{ОПК-1} Знать: теорию и основные законы в области естественнонаучных и общинженерных дисциплин ИД-2 _{ОПК-1} Уметь: - применять методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности; - применять методы теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности

3. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	Основные понятия вариационного исчисления	История возникновения вариационного исчисления, как раздела дифференциального и интегрального исчислений. Задача о брахистохроне. Пример задачи оптимального управления. Вариационная задача как задача оптимального управления. Задачи конечномерной оптимизации и задачи ВИ. Постановка основной задачи ВИ. Примеры задач. Функционал. Вариация аргумента. Вариация функционала. Сильная и слабая окрестности. ε - окрестность n-го порядка кривой. Близость кривых. Расстояние между кривыми. Линейные функционалы. Локальный экстремум. Сильный и слабый экстремумы. Первое определение вариации функционала первого порядка. Второе определение вариации функционала первого порядка. Игольчатая вариация. Свойства

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
		вариаций. Теорема о дифференцируемости функционалов. Необходимое условие экстремума. Ряд Тейлора для функционалов. Примеры.
2	Уравнения Эйлера	Уравнение Эйлера как необходимое условие экстремума. Основная лемма вариационного исчисления. Вывод уравнения Эйлера для основной задачи вариационного исчисления. Частные случаи функционалов. Алгоритм решения задач. Методы и приёмы решения задач. Применение уравнения Эйлера к известным задачам вариационного исчисления. Задача о кратчайшем расстоянии. Задача о цепной линии. Задача о брахистохроне. Задача Пуанкаре. Задача Ньютона об обтекании тела вращения
3	Достаточные условия экстремума	Вторая вариация функционала. Условие знакопостоянства второй вариации и достаточное условие экстремума. Поле экстремалей (собственное, центральное). С - дискриминанта. Сопряжённая точка. Условие Якоби включения экстремали в поле экстремалей. Достаточные условия (слабого, сильного) экстремума: Вейерштрасса, Лежандра.
4	Обобщения основной задачи ВИ	Способы вычисления вариаций для различных видов функционалов. Функционалы, зависящие от нескольких независимых функций. Функционалы, зависящие от производных высшего порядка. Функционалы, зависящие от функций нескольких переменных. Инвариантность уравнения Эйлера. Вариационные задачи со свободными границами. Функционалы с подвижными границами. Условия трансверсальности. Задачи с односторонними вариациями. Задача Больца.
5	Приложения методов ВИ к решению естественнонаучных задач	Отражение экстремалей. Преломление экстремалей. Задача Больца. Связь задач Лагранжа и Больца. Исторический очерк проблемы постулата Евклида о параллельных. Постановка и решение задачи Пуанкаре. Роль задачи Пуанкаре в интерпретации геометрии Лобачевского. Задача о форме тела имеющего наименьшее сопротивление в потоке газа. Задачи на условный экстремум. Задача Эйлера об изгибе стержня. Задачи с интегральными связями (изопериметрические). Метод неопределённых коэффициентов. Задачи с конечными связями. Задача о геодезических. Геодезическое расстояние. Задача Клеро. Вариационные принципы механики. Каноническая форма уравнений Эйлера. Теория Гамильтона-Якоби. Теорема Якоби. Принцип наименьшего действия в форме Лагранжа. Разрывные задачи первого рода. Разрывные задачи второго рода.
6	Задача автоматического регулирования	Понятие об объекте регулирования. Выходные и входные (управляющие) величины. Отрицательная обратная связь. Алгебраические и частотные критерии устойчивости (Михайлова, Найквиста). Критерии качества управления. Синтез оптимального регулятора по квадратичному критерию
7	Численные методы решения задач оптимального управ-	Методы решения линейных задач: метод последовательных приближений Нейштадта и Итона, Шатровского. Обзор численных методов: методы стрельбы для решения краевой задачи опти-

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
	ления	<p>мального управления, метод вариаций в фазовом пространстве, метод вариаций в пространстве управлений. Достаточные условия оптимальности. Достаточные условия оптимальности для непрерывных процессов. Доказательство теоремы. Обобщение теоремы о достаточных условиях. Условия, при которых принцип максимума является достаточным условием экстремума. Достаточные условия оптимальности в форме принципа динамического программирования. Применение теоремы к решению задач. Сравнительный анализ методов Понтрягина и Беллмана</p>